SIMULATION DU COMPORTEMENT THERMIQUE D'UNE CELLULE D'HABITAT À BASE DE MATÉRIAUX LOCAUX

Soumaya NAKKAD*, Hassan EZBAKHE*, Taïb AJZOUL*, Abdelmajid EL BOUARDI*, Abderrahman EL BAKKOURI*, Volver WITTWER**

****Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique, Energie solaire et Environnement. Université Abdel Malek ESSAADI, Faculté des Sciences, B. P. 2121, Tétouan, Maroc***
Fax : 212.39.99.45.00
*****Fraunhofer-Institut for Solarenergiesysteme ISE, Heidenhfstr. 2, 97110 Freiburg, Germany***

Email : s.nakkad@caramail.com

Résumé :

Le rôle essentiel d'un bâtiment est de protéger ses occupants des rigueurs du climat extérieur. Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieures. Il faut toutefois insister sur le fait qu'un bon confort n'implique pas automatiquement une grande consommation d'énergie, c'est par une planification intelligente et un bon choix d'utilisation de matériaux locaux et de sources d'énergie alternative, il est possible qu'on assure une excellente qualité de confort intérieur sans avoir recours à une consommation excessive d'énergie.

Ce travail de recherche est une simulation thermique d'une cellule d'habitat (5 m de longueur, 5 m de largeur et de 2.5 m de hauteur) que nous souhaitons réaliser par la suite dans le cadre d'un projet de recherche avec le Centre National de Recherche Scientifique et Technique (CNRST); Projet : PROTARSII.

On cherche donc à analyser en régime dynamique les performances thermiques de la cellule lorsque celle-ci est soumise à des conditions climatiques variées (température et humidité de l'air extérieur, flux solaire direct horizontal, flux solaire diffus horizontal et température du ciel).Toutes les données sont relative à la ville de Tétouan, lieu où l'on souhaite réaliser expérimentalement cette cellule.

L'objectif visé est de prévoir la consommation d'énergie en étudiant l'influence de variation de la température sur le confort thermique de cette cellule.

Les résultats de simulation sont obtenus à partir d'une étude comparative entre deux cellules (1 et 2) de mêmes dimensions, la première est à base de matériaux classiques de construction (béton, brique creuse, ciment,…etc.) **[EL BAKKOURI A. et al]** et la deuxième à base de terre **[BOUSSAID S.** (2000.)**]**. Cette étude comparative permet d'estimer l'économie d'énergie réalisée par substitution de matériaux traditionnels par la terre.

Pour simuler le comportement thermique, notre choix s'est porté sur CODYBA (Comportement Dynamique de Bâtiment) comme logiciel, très simple et pratique à utiliser **[CODYBA** : Mode d'emploi**]**

1. Caractéristiques météorologique du site étudié [NAKKAD S. et al (2004)**]:**

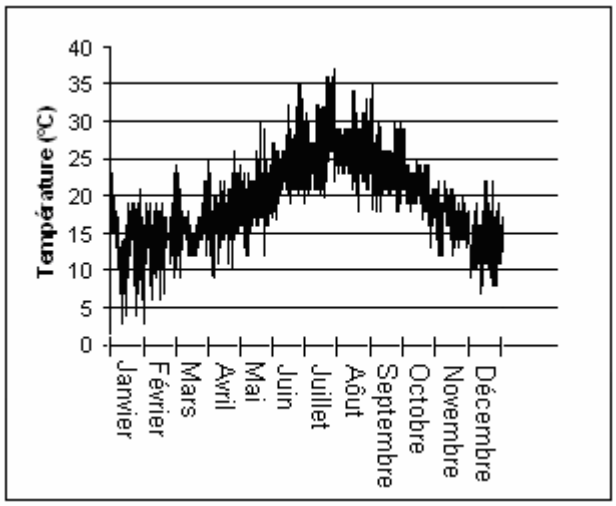


***Fig.1** : Variations de la température de l'air de la ville de Tétouan sur l'ensemble de l'année 2003.*

La figure 1 montre que au cours de l'année 2003 le climat à Tétouan se caractérise par des étés relativement chauds et des hivers relativement froids.

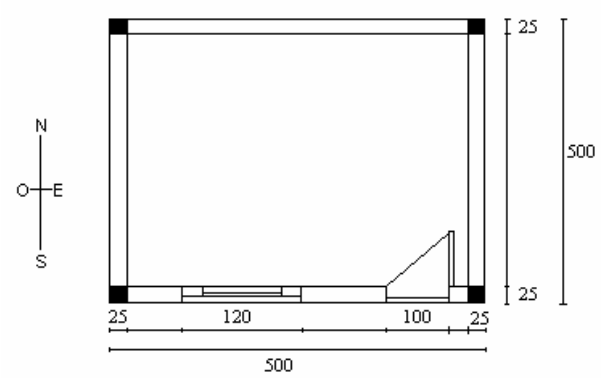
La température minimale atteinte est de 3°C, celle maximale est de 37 °C. Soit une température moyenne de 19.1 °C.

D'après ces variations, juillet est le mois le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 26.3 °C alors que janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 12.7 °C. La température moyenne annuelle est de 18.7°C.

Juillet enregistre la température moyenne maximale la plus haute : 30.5 °C alors que la température la plus basse est enregistré au cours de février : 16.6 °C.

La température moyenne minimale la plus basse est enregistrée pour le mois de janvier : 9.23 °C, celle la plus haute est enregistrée pour le mois d'août : 22.06 °C.

2. Description de la cellule :



C'est une cellule de 5 m de longueur, 5 m de largeur et de 2,5 m de hauteur.

La façade est orientée plein Sud et comporte une porte et une fenêtre.

La paroi Ouest, le plafond et la façade sont reliés à l'extérieur, les deux parois Est et Nord sont reliées aux bâtiments voisins.

Le personnel n'est présent que de 8h à 12h et de 14h à 18h en semaine. L'éclairage ne fonctionne que dans cette plage de temps, par contre le ventilateur et l'équipement fonctionnent de façon continue.

Le matériau terre utilisé dans cette étude a pour conductivité thermique $\lambda = 0{,}68$ W / m °C.

3. Simulation du comportement thermique de la cellule (1) construite avec les matériaux classiques de construction :

Les simulations ont été effectuées avec un pas de temps de 60 minutes, 4 jours d'initialisation et une précision relative de calcul de 10^{-4}.

Les résultats de simulations de la cellule (1) en hiver (Janvier) et en été (Juillet) sont représentés respectivement sur les figures 2 et 3.

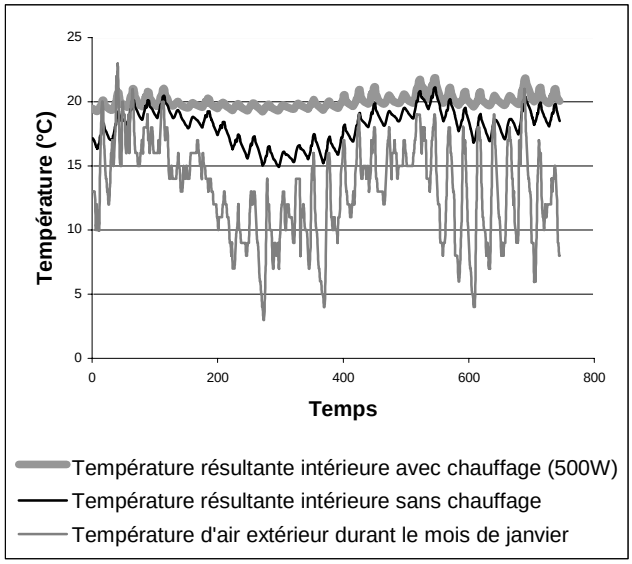


***Fig. 2** : Variations des températures durant le mois de janvier de l'année 2003 : Cas de la cellule (1).*

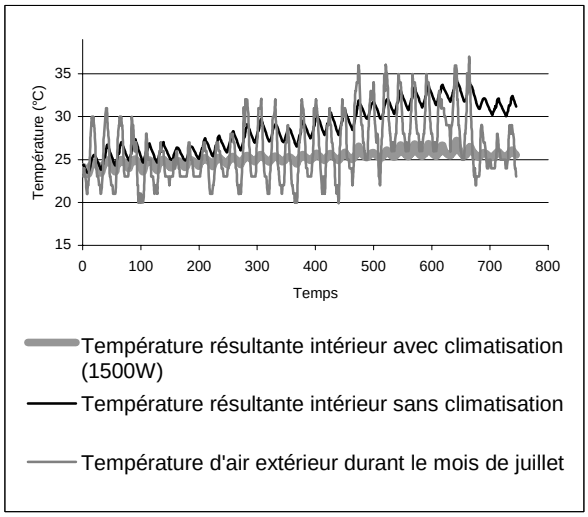


***Fig. 3** : Variation des températures durant le mois de juillet de l'année 2003 : Cas de la cellule (1).*

4. Simulation du comportement thermique de la cellule (2) construite en Terre

Les résultats de simulation de la cellule (2) en hiver (Janvier) et en été (Juillet) sont représentés respectivement sur les figures 4 et 5.

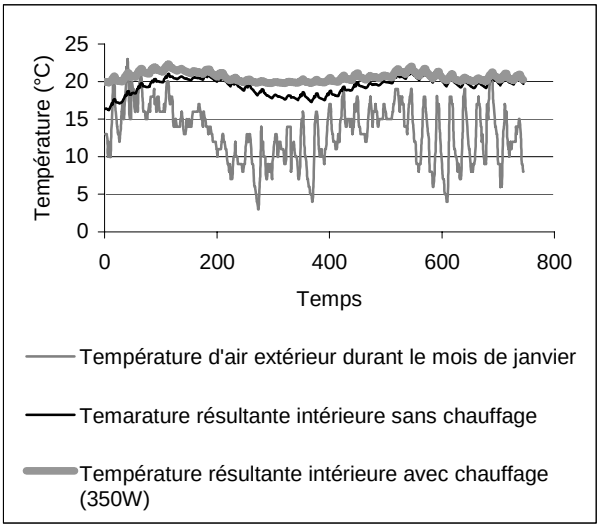

Température (°C)
Temps
Température d'air extérieur durant le mois de janvier
Temarature résultante intérieure sans chauffage
Température résultante intérieure avec chauffage (350W)

***Fig. 4** : Variations des températures durant le mois de janvier de l'année 2003 :Cas de la cellule (2).*

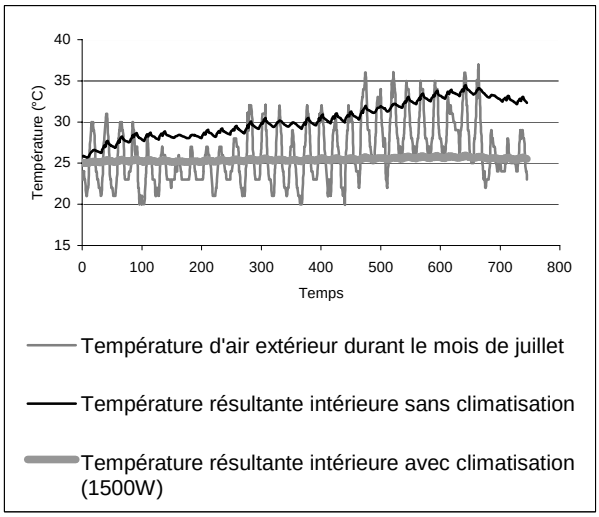

Température (°C)
Temps
Température d'air extérieur durant le mois de juillet
Température résultante intérieure sans climatisation
Température résultante intérieure avec climatisation (1500W)

***Fig. 5** : Variation des températures durant le mois de juillet de l'année 2003 : Cas de la cellule (2).*

5. Etude comparative :

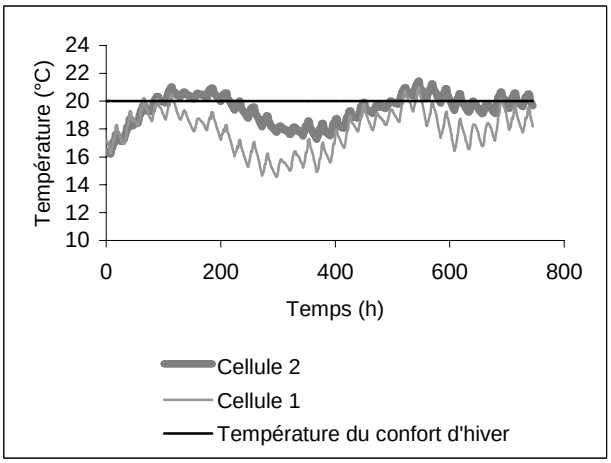


Fig. 6 : Variations des températures à l'intérieur des deux cellules pendant l'hiver.

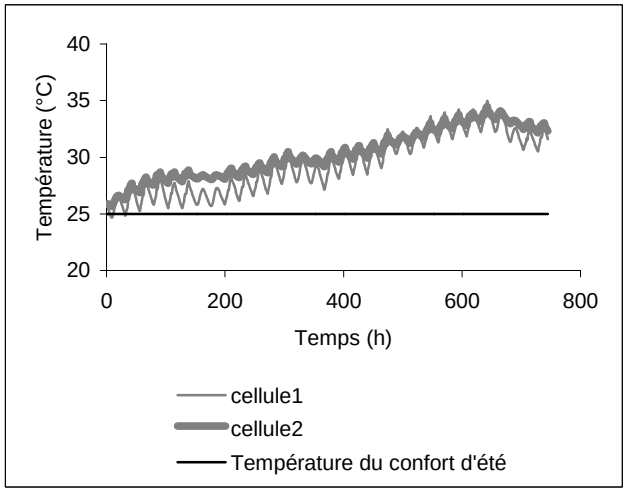


Fig. 7 : Variations des températures à l'intérieur des deux cellules pendant l'été.

Sur la figure 6 sont représentées trois températures : résultante intérieure de la cellule (1), résultante intérieure de la cellule (2) et la consigne de confort d'hiver.

Sur la figure 7 sont représentées trois températures : résultante intérieur de la cellule (1), résultante intérieur de la cellule (2) et la consigne du confort d'été.

6. Conclusion et interprétation des résultats :

Les figures 2 et 3 montrent que pour le maintien des consignes à l'intérieur de la cellule (1) durant les deux mois étudié, il faut chauffer pendant l'hiver et climatiser pendant l'été.

Les puissances de chauffage et de climatisation nécessaires sont respectivement 500W et 1500 W. Au dessous de ces valeurs il y a risque d'inconfort des occupants.

Pour la cellule (2), cellule construite en terre, les puissances de chauffage et de climatisation nécessaires au maintien des consignes d'hiver et d'été respectivement sont 350 W et 1500W.

Cette étude montre aussi que la cellule (2) est économe en énergie que la cellule (1). Cela est prouvé par les résultats des figures 6 et 7. Ces dernières montrent qu'en évolution libre de température, celle de la cellule (1) est supérieur de la cellule (2) en hiver alors qu'en été les deux températures varient presque de la même manière avec une différence entre les amplitudes de variation.

Références :

NAKKAD S., EZBAKHE H., (2004)
« Etude énergétique du bâtiment et simulation du comportement dynamique d'un prototype expérimental d'habitat » ; Mémoire de stage de recherche ; FST Tanger.

EL BAKKOURI A., EZBAKHE H., EL BOUARDI A., AJZOUL T., '
« Modélisation thermique et mécanique des briques utilisées dans la construction », 7ème JITH, 3-6 Avril, Marrakech.

BOUSSAID S. (2000.)
« Caractérisation physico-chimique, thermophysique et mécanique du matériau terre utilisé en construction au nord du Maroc » ; FS Tétouan.

AROUDAM H. (1992)
« Evaluation du gisement solaire de la région de Tétouan » ; Diplôme d'études supérieures de 3ème cycle ; FS Tétouan.

BURET-BAHRAOUI J. (1986)
« Caractéristiques du gisement solaire marocain ; étude spécifique du site de Rabat » ; FS Rabat.

CODYBA
« Mode d'emploi », I.N.S.A., Lyon.